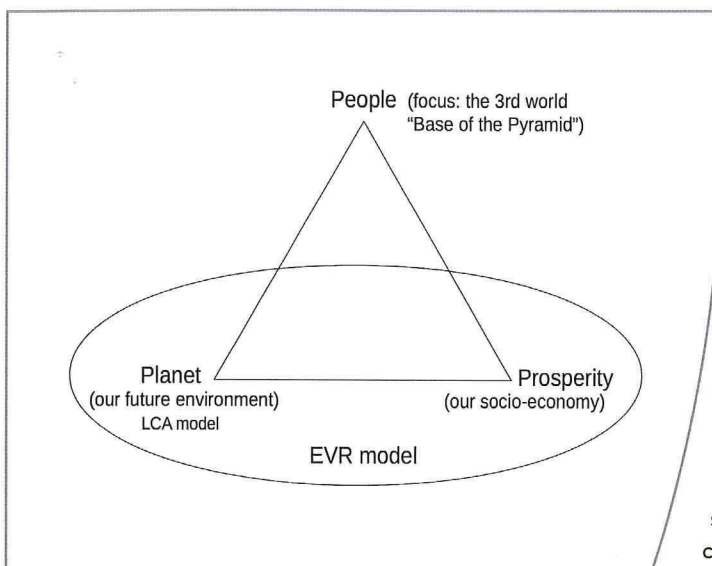




J.G. VÖGTLANDER
ASSOCIATE PROFESSOR,
DELFT UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY
FACULTY OF INDUSTRIAL
DESIGN ENGINEERING
DESIGN FOR
SUSTAINABILITY GROUP

REKENEN AAN DUURZAAMHEID MET DE METHODE VAN DE ECO COSTS/ VALUE RATIO



Figuur 1 – Het Triple P model: een duurzame ontwikkeling vereist een zorgvuldige afweging van de 3 P's.

1. De basis filosofie van duurzaamheid

Het is nog niet zo lang geleden dat duurzaamheid geassocieerd werd met een product dat lang mee gaat (in het Engels: *durability*). Eigenlijk was dit nog niet zo'n gekke gedachte. Tegenwoordig is het begrip duurzaamheid veel ruimer: het heeft te maken met een maatschappij die zodanig ingericht wordt dat die "eeuwig" in stand gehouden kan worden. De meest gehanteerde definitie is die van een UN rapport "*Our common future*" (1987 [1]), onder leiding van mevrouw Brundtland: "*Sustainable development is the development that meets the needs of the present, without compromising the ability of future generations to meet their own needs*" (pagina 43).

Het is eigenlijk een beetje verbazingwekkend dat alleen dat ene zinnetje van pagina 43 zo'n grote vlucht genomen heeft. Wat het rapport eigenlijk benadrukt is dat een goed ingerichte maatschappij de mens maximaal tot ontwikkeling brengt, nu en in de toekomst. De commissie bestudeerde de deplorabele toestand in de derde wereld en schrijft in het voorwoord: "*The downward spiral of poverty and environmental degradation is a waste of op-*

Summary The model of the Eco-costs/ Value Ratio (EVR) is a scientific method to analyse the sustainability of products and systems in a quantitative way. The eco-costs is an indicator for the environmental pollution of the products people buy, the value is the price they pay for it in our free market economy. The EVR is used to compare (benchmark) products and service systems in a two-dimensional way: the eco-burden and the market value of a product are calculated in-parallel and are depicted in two-dimensional diagrams. The aim is eco-efficient value creation: find solutions which combine a low eco-burden with a high value. Eco-costs are calculated according to the formal LCA (Life Cycle Assessment) method, but in an easy way, using Excel look-up tables, similar to the calculation structures of costs engineering. It is argued that such calculations must be made by costs engineers, rather than by LCA experts, since the knowledge of cost engineering and the system under study is becoming more important than the knowledge of the LCA method.

portunities and of resources. In particular it is a waste of human resources. These links between poverty, inequality, and environmental degradation formed a major theme in our analysis and recommendations. What is needed now is a new era of economic growth – growth that is forceful and at the same time socially and environmentally sustainable." Hier pleit de commissie Brundtland dus voor een nieuw, slim, evenwichtig, economisch stelsel. Na de publicatie van het Brundtland rapport is men er in het bedrijfsleven ook over gaan nadenken. Zo heeft John Elkington [2] heeft het Triple P model bedacht: *People, Planet, Profit*. Zie figuur 1.

Het idee is dat ieder bedrijf een evenwichtig beleid moet voeren op al deze aspecten. Wat we met Planet bedoelen is helder: behoud van natuur en milieu. Met *Profit* bedoelt Elkington dat een voorwaarde voor een gezonde maatschappij een gezond bedrijfsleven is, waarbij alle "stakeholders" hun profijt hebben (het gaat dus hier niet over winstbejag), dus eigenlijk gaat het hier om onze *Prosperity*. De P van *People* lijkt nog te ruim gedefinieerd: in de literatuur vind je onder dit begrip van alles en nog wat. Wanneer we kijken naar het Brundtland rapport, zou hier de focus

"The delivery of competitively priced goods and services that satisfy human needs and bring 'quality of life', while progressively reducing ecological impacts and resource intensity, throughout the lifecycle, to a level at least in line with the earth's estimated carrying capacity" (WBCSD, 1995)

high value
low eco-burden

Figuur 2 - Het mission statement voor het bedrijfsleven van de WBCSD.

moeten liggen op de armen in de derde wereld, door Pahalad [3] aangeduid als de *Base of the Pyramid*.

Het model van de Eco-costs / Value Ratio (EVR), dat in dit artikel behandeld wordt, gaat over de relatie tussen de Planet en de Profit, omdat dit de directe problematiek is waar het bedrijfsleven momenteel mee te maken heeft: het spanningsveld tussen economie en ecologie. De World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) heeft het idee van sustainability nader uitgewerkt in een mission statement voor het bedrijfsleven. Het basisidee is dat bedrijven primair moeten zorgen voor producten van waarde voor hun klanten (als dat in orde is maak je ook winst), waarbij de milieuvuiling teruggebracht wordt tot een niveau dat moeder aarde dragen kan. Zie figuur 2.

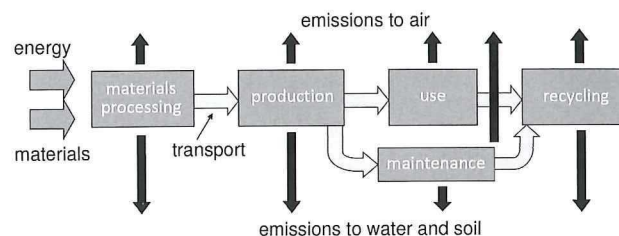
Hierbij moet opgemerkt worden dat veel vervuilende stoffen als zodanig niet schadelijk zijn voor mens en milieu, mits de emissies maar onder een natuurlijke drempelwaarde blijven. Het probleem is dat wij veel te veel emissies hebben, waardoor natuurlijke evenwichten veel te ver uit balans gebracht zijn. Met bovenstaande beschrijvingen van sustainability is weliswaar het probleem op wereldniveau aangeduid en zijn zeer globale oplossingsrichtingen genoemd, maar wordt er nog bitter weinig gezegd over wat er moet gebeuren op het niveau van productinnovatie, en bouw van fabrieken, huizen en kantoren. In dit artikel wordt in de verdere hoofdstukken de brug geslagen tussen de filosofie en de praktijk van duurzaamheid.

2. Life Cycle Assessment (LCA)

Willen we aan duurzaamheid rekenen, dan is LCA het eerste wat we nodig hebben, omdat we daar het effect van een product op de P van Planet mee uit rekenen. De basisgedachte van LCA is simpel: het begint met het bepalen van de materiaal- en energiebalans van een product systeem. Zie figuur 3.

De basisgedachte van een LCA: materiaal- en energiebalansen van de hele productketen Niet alleen het product wordt bekeken, maar de hele productketen "van de wieg tot het graf" (*cradle-to-grave*), waarbij mogelijkheden tot hergebruik en recycling nadrukkelijk in beschouwing worden genomen (*cradle-to-cradle*).

De eerste stap in LCA is het opstellen van de Life Cycle Inventory (LCI), een lange lijst van emissies (output) en benodigde grond-



Figuur 3 - De basisgedachte van een LCA: materiaal- en energiebalansen van de hele productketen.

stoffen (input), die volgt uit de materiaal- en energiebalansen. De tweede stap, de Life Cycle Impact Assessment (LCIA) is wetenschappelijk gezien veel lastiger. Wat we in deze stap willen is de lange LCI lijsten uitdrukken in één getal (single indicator). We willen immers in LCA twee of meer systemen met elkaar vergelijken, om te beslissen wat we moeten doen, en dan hebben we een eenduidige meetlat nodig.

In het EVR model gebruiken we de eco-costs als monetaire indicator met de euro als eenheid, maar er zijn natuurlijk ook andere single indicatoren. Iedereen heeft wel eens gehoord van de carbon footprint, de embedded energy, of de schaduw prijzen in de bouw. Voordat de EVR verder uitgewerkt wordt in dit artikel, behandelen we nog even de basisgedachte achter al deze verschillende indicatoren, zodat je als de kostendeskundige een bewuste keuze kunt maken, voordat je met een berekening begint.

Er bestaan in beginsel drie soorten single indicators:

1. Gebaseerd op de schade aan mens en milieu ("damage based")
2. Gebaseerd op één stof of onderwerp ("single issue")
3. Gebaseerd op de (marginale) preventie kosten ("prevention based")

De *damage based indicatoren* zijn natuurlijk heel interessant vanuit politiek oogpunt: het laat zien hoeveel externe schade een product met zich mee brengt. De meest gebruikte systemen zijn momenteel ReCiPe (met als uitkomst drie schadegetallen voor human health, ecosystems en resources) en UseTox (met als uitkomst twee indicatoren voor human toxicity - cancer en non-cancer - en ecotoxicity).

Het probleem is dat het echter vrijwel ondoenlijk is een schadeberekening op te stellen. Twee voorbeelden:

- Bij CO₂ is met materiaalbalansen goed uit te rekenen in hoeverre de emissies de absorpties overtreffen en hoe dit leidt tot een hogere concentratie in de dampkring. Dat dit opwarming der aarde tot gevolg heeft is een fysisch verschijnsel, maar hoeveel is nog onbekend door allerlei complexe effecten in het weersysteem. Laat staan dat we kunnen uitrekenen wat de schade is, die daarvan het gevolg is.
- Bij toxische stoffen is de weg van de emissie naar de inname in het menselijke lichaam zeer lang, en dus alleen te berekenen onder talloze aannames. De schade van het bijbehorende ziektebeeld is ook zeer lastig vast te stellen.

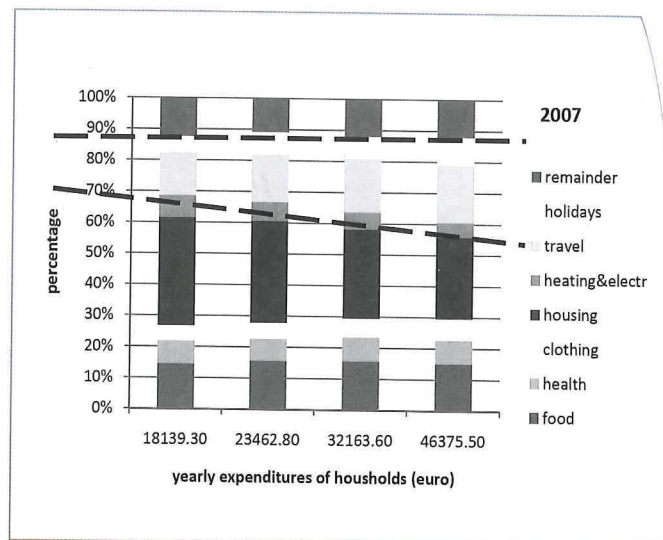
De *single issue indicatoren* zijn bedacht om de complexiteit van de schadeberekeningen (en de kritiek daarop) te omzeilen. Er zijn twee veel gebruikte indicatoren:

- De Carbon Footprint. Het idee is hier om alleen de totale CO₂ emissie te pakken uit de LCI (het uitgangspunt van Al Gore: "Laten we dat probleem eerst aanpakken"). Inmiddels is het gebruik om andere broeikasgassen ook mee te nemen in de berekening, waarvan methaan de belangrijkste is. De uitkomst is dan de som van alle emissies van alle broeikasgassen in kg CO₂ equivalent (de schadeberekening wordt dus achterwege gelaten).
- De Cumulative Energy Demand (CED). Dit is een moderne, goed gedefinieerde, versie van de Embedded Energy. CED lijkt overigens eenduidiger dan het in de praktijk is, omdat de 3 basisvormen van energie (mechanische energie, warmte op verschillende temperatuur niveaus, en elektriciteit) bij elkaar opgeteld moeten worden, hetgeen af hangt van arbitraire keuzen van het rendement van omzetting.

Single issue indicatoren hebben het voordeel dat ze direct volgen uit de LCI, zonder lastige berekeningen, maar hebben twee nadelen: ze missen toxische emissies en ze missen het aspect van materiaal uitputting der aarde.

De *prevention based indicatoren* zijn bedacht om de complexe, en veel bediscussieerde, schade berekeningen te omzeilen en te vervangen door een meer transparante berekening, waarbij toxische emissies en materiaal uitputting meegenomen worden. Het uitgangspunt is dat emissies teruggebracht moeten worden tot een niveau dat moeder aarde dragen kan (het *no-effect level*). Zie ook het mission statement in Figuur 2. Na de introductie van de eco-costs in 2000 zijn er wereldwijd nog 5 varianten bedacht. We noemen hier de twee systemen die in de praktijk worden toegepast:

- De eco-costs, die nog een keer geüpdatet zijn naar de laatste stand der wetenschap in 2007 en 2012. De eco-costs hebben een directe relevantie voor het bedrijfsleven: het is een schatting van de verhandelbare emissierechten die nodig zouden zijn om de milieuproblemen op te lossen. De inschatting daarbij is dat burgers uiteindelijk niet zullen accepteren dat de industrie vervuult zonder daar voor te betalen of maatregelen te



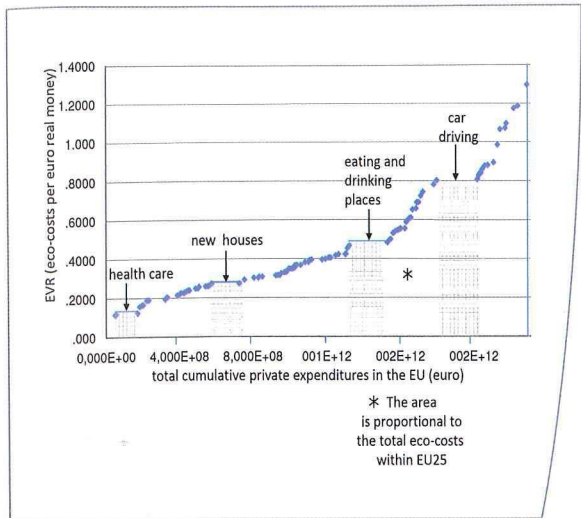
Figuur 4 - Het uitgavepatroon van Nederlandse huishoudens in 2007 (de kolommen zijn kwartielen met het gemiddelde inkomen per kwartiel).

nemen. De burger zal dus uiteindelijk aan de politiek vragen het vereiste wettelijke systeem vast te stellen en te implementeren (met *level playing field* als vereiste voor de industrie).

- De "schaduwprizen" die in de Nederlandse bouwsector verplicht gehanteerd moeten worden bij nieuwbouw van huizen en kantoren, conform het Bouwbesluit 2012. De schaduwprizen stammen van TNO/MEP, waarbij niet van een *no-effect-level* uitgegaan is, maar van de duurste Nederlandse beleidsmaatregel per soort van vervuiling. Die maximale kosten van beleidsmaatregelen zijn natuurlijk zeer relevant voor het Nederlandse bedrijfsleven, maar wijken hier en daar nogal af van de *no-effect-levels* van de internationale eco-costs (soms worden een bepaald soort vervuiling overschat door de politiek, soms onderschat).

Het ontwikkelen van een single indicator is zeer complex en is eigenlijk werk voor wetenschappers. Gebruikers hoeven alleen maar een indicator te kiezen op basis van het doel wat ze met de LCA willen beogen. Zo zal de Nederlandse bouwwereld de schaduwprizen moeten gebruiken, terwijl het internationale bedrijfsleven meer geneigd is carbon footprint of eco-costs te pakken, en zullen overheden liever schadegetallen willen zien.

Wanneer de kostendeskundige een indicator gekozen heeft, kan hij of zij gebruik maken van de open-source database van de Technische Universiteit Delft, waarin getallen voor bovengenoemde indicatoren te vinden zijn voor grondstoffen, halffabrikaten, energie, transport, bewerkingsprocessen, en *end-of-life* processen voor recycling, vuilverbranding en stort. Zie www.ecocostsvalue.com tab data. Met deze database wordt het maken van een LCA een kwestie van vermenigvuldigen en optellen op basis van de gebruikte materialen, energie, transport en ver-



Figuur 5 - De EVR en de totale uitgaven van alle consumenten in de EU25 [5].

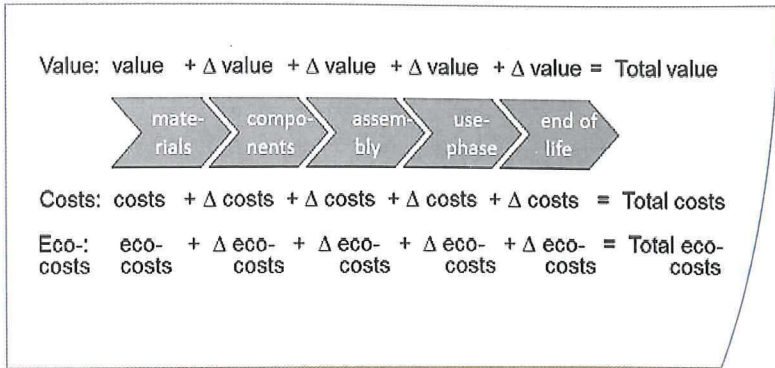
werkingsprocessen. Voor wie zelf aan de slag wil, is er een eenvoudig boekje beschikbaar [4]. Op voornoemde website is op de homepage ook een video te vinden van een college over hoe de berekeningen van een single indicator, van een LCI en van een LCA zijn opgebouwd.

Een belangrijk aspect van de LCA methode is, dat het altijd een vergelijking betreft tussen twee of meer alternatieven (*benchmarking*). Voorwaarde voor zo'n vergelijking is natuurlijk wel dat de functionaliteit en de kwaliteit van de systemen hetzelfde zijn (je mag in LCA geen appels met peren vergelijken). Dit maakt dat de LCA in zijn kale vorm niet goed bruikbaar is bij productinnovatie en huizenbouw: het doel van een ontwerper en een architect is doorgaans iets te maken dat functioneel en kwalitatief beter (of anders) is dan het bestaande. In dat geval kan men de eco-costs niet sec gebruiken, maar moet men werken in met de Eco-costs / Value Ratio (EVR).

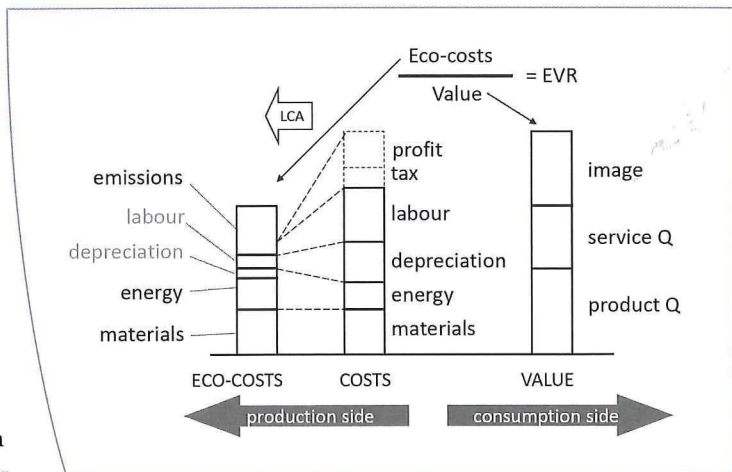
3. De Eco-costs / Value Ratio (EVR)

Om het model van de Eco-costs / Value ratio (EVR) goed te begrijpen, kijken we eerst naar het macro-economische niveau. De essentie van een duurzame samenleving wordt op dat niveau gekenmerkt door de zogenaamde "ontkoppeling" van economie en ecologie. In de klassieke economie geeft iedere toename van het BNP ook een toename van de belasting van ons milieu. Een "ontkoppeld" economisch systeem laat groei toe, zonder extra belasting van het milieu, of soms zelfs tijdelijk met een afnemende belasting van het milieu.

De ontkoppeling die nodig is, kent twee kanten: de kant van milieuvriendelijke productie en de kant van milieuvriendelijke consumptie. Om dat laatste te begrijpen is in Figuur 4 het uit-



Figuur 6 - De basis van de EVR: de waardeketen van Porter gekoppeld aan de ecologische keten.

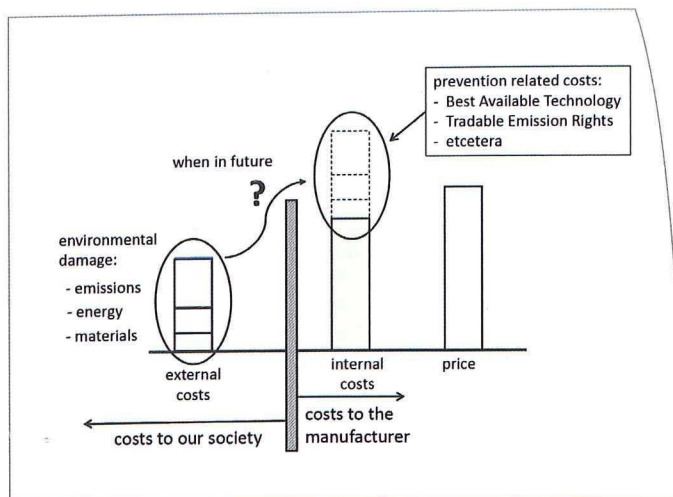


Figuur 7 - De opbouw van de EVR: de drie dimensies van een product: waarde, kosten en eco-costs.

gavenpatroon weergegeven van de Nederlandse huishoudens in kolommen van de armste en de rijkste kwartielen (bron CBS).

Figuur 4 laat duidelijk zien dat wij, wanneer wij rijker worden, minder besteden aan wonen (in percentage) en meer besteden aan reizen (woon-werk verkeer en vakanties). Nu is de ecocosts/ value ratio van huizen minder dan 0.3, terwijl die van diesel 0.8 is. Wanneer we rijker worden veroorzaken we dus meer milieuvervuiling per euro die we uitgeven, omdat we het extra geld dat we hebben milieu-onvriendelijk besteden. Deze trend is al vanaf 1990 duidelijk zichtbaar. Het bedrijfsleven zorgt al decenia lang dat er minder vervuild wordt, per euro, maar het consumentengedrag doet dat weer teniet. Op het niveau van de EU is uitgerekend hoe het zit met de totale vervuiling [5]. Zie figuur 5.

Onder de veronderstelling dat mensen per saldo vrijwel evenveel uitgeven dan dat zij in hun leven verdienen (de gemiddelde spaarquote is in de meeste Westerse landen minder dan 5%), is een milieuvriendelijk uitgavepatroon van groot belang. Figuur



Figuur 8 - De belasting van het milieu zal op den duur een deel worden van de kostenkolom, de vraag is niet of, maar wanneer.

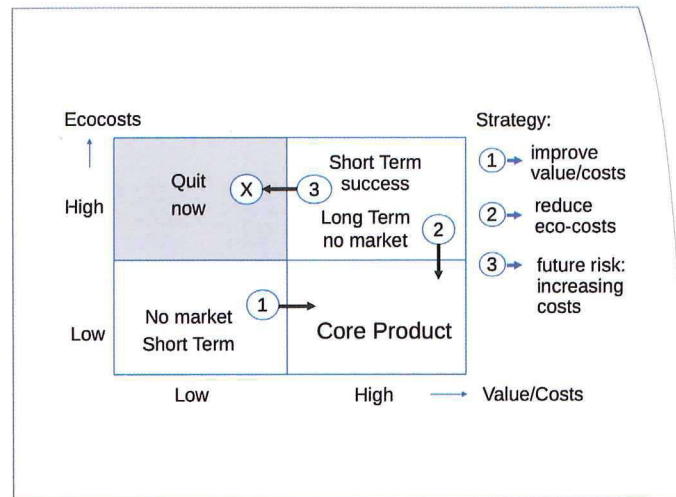
5 is een optelling van de totale uitgaven van alle huishoudens binnen de EU op de x-as. In feite zijn het allemaal smalle kolommen, waarvan de breedte de totale uitgave is voor een bepaald onderwerp, en de hoogte de EVR daarvan. Het oppervlak onder de kromme, stijgende, lijn in de figuur is het totaal van eco-costs binnen de EU. Er zijn twee strategieën om dit oppervlak te verkleinen:

- de industrie stimuleren of dwingen producten op de markt te zetten die milieuvriendelijker zijn; de kromme gaat dan omhoog.
- de consumenten verleiden om hun geld te besteden aan milieuvriendelijker productsoorten (bijvoorbeeld minder geld besteden aan vervoer, meer aan de woning en/of gezondheid); de kromme schuift dan naar rechts.

Op productniveau is het basisidee van het EVR model, dat de economische waardeketen van Porter [6] gekoppeld wordt aan de ecologische keten. In iedere stap van de keten nemen de kosten, de waarde en de eco-costs toe. Zie figuur 6.

In het EVR model worden deze 3 eigenschappen van een product op het moment van koop in hun onderlinge samenhang bekeken: de kosten, de eco-costs en de waarde. Voor de waarde wordt in eerste instantie de prijs in de vrije markt genomen. Zie figuur 7.

De prijs wordt hier gezien als de waarde van een product in de ogen van de klant, de koper. De waarde is het nut en/of het plezier dat de koper verwacht van het product te hebben, na het moment van aankoop. Deze waarde wordt bepaald door de productkwaliteit, plus kwaliteit van de service, plus het imago (bedenk dat de koper doorgaans niet op de hoogte is van de kostenopbouw: die is alleen bekend bij de verkoper.) Zouden de kosten hoger zijn dan de waarde, dan heeft het product in onze vrije markteconomie



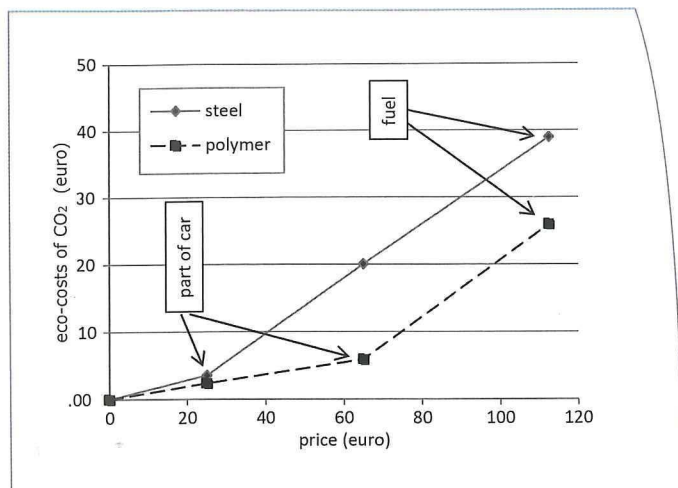
Figuur 9 - De Sustainable Product Portfolio Strategy Matrix voor bedrijven.

geen bestaansrecht. Producten met hoge eco-costs hebben dus het gevaar in zich dat ze in de toekomst duurder worden dan de waarde. Wanneer de mentaliteit van "vervuiling hoeft niet betaald te worden" niet meer door de gemeenschap geaccepteerd wordt, zullen die eco-costs in de toekomst immers niet meer extern zijn. Via verhandelbare emissierechten of belastingen gaan eco-costs dan deel uit maken van de kostenkolom. Zie figuur 8.

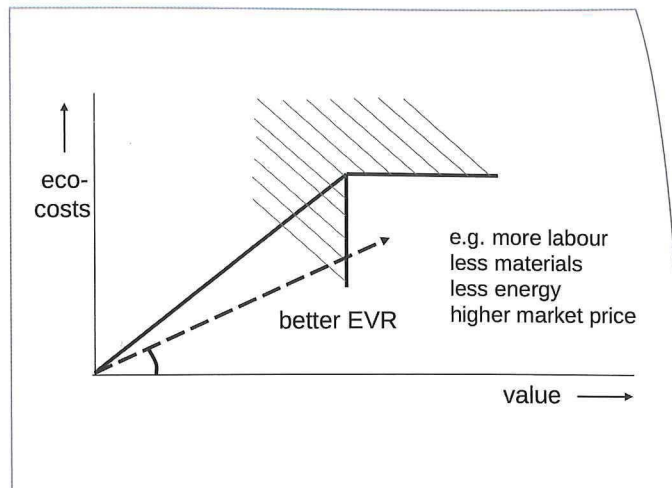
Vanuit het productniveau heeft het voorgaande ook consequentie voor de strategische product innovatie van bedrijven. Dit wordt uitgelegd aan de hand van de Sustainable Product Portfolio Strategy Matrix van Figuur 9.

Op de y-as van Figuur 9 staat de score voor de eco-costs, op de x-as staat de verhouding van waarde (kwaliteit) en kosten. Producten die een hoge waarde/kosten (kwaliteit/kosten) verhouding hebben kunnen doorgaans een goede bijdrage leveren tot de bedrijfswinst: of door er een hoge winstmarge per product of door veel producten te verkopen (de keuze tussen een hoge winstmarge per product met een geringe omzet, of een geringere winstmarge maar met een grotere omzet, is een kwestie van marketing strategie).

De meeste producten in de huidige markt zitten in de rechter bovenhoek: ze hebben een goede kwaliteit/kosten verhouding, maar is nog niet erg gelet op de milieuvervuiling. Het is helder dat het niet zinnig is producten te produceren in de linker bovenhoek. Deze producten dragen immers niet goed bij tot de winst en vervuilen het milieu. De producten uit de rechter bovenhoek dreigen echter op den duur terecht te komen in de linker bovenhoek vanwege toename van verhandelbare emissierechten en/of belastingen. Het is dus verstandig die producten nu reeds stap voor stap te gaan herontwerpen (zoals in de auto-industrie gebeurt) zodat de eco-costs score zakt. Een bekend probleem van producten die



Figuur 10 - De eco-costs en de prijs van een carrosserie onderdeel in staal en in een polymeer, inclusief het effect op de bespaarde brandstof bij 250.000 km.



Figuur 11 - Besparing van brandstofgebruik door betere aerodynamica en het rebound effect.

puur vanuit het oogpunt van extreem lage milieuverontreiniging ontworpen worden is, dat ze vaak te hoge productiekosten hebben, en dus in de linker benedenhoek zitten. Hier is waardevermeerdering een oplossing. Lease constructies, en/of combinaties met serviceconcepten, kunnen deze producten brengen in het gewenste kwadrant, rechts beneden.

Een belangrijke issue in het EVR model is het *rebound effect*, dat aan de hand van twee voorbeelden in de auto-industrie uitgelegd wordt:

1. Het lichter maken van een auto is een goede manier om wat aan het milieu te doen. Figuur 10 geeft als voorbeeld een carrosserie-onderdeel van een Audi. De getrokken lijn betreft een stalen plaat (eerste deel van de lijn is de productie, het tweede deel betreft de brandstof die nodig is om het gewicht gedurende een gebruiksfase van 250.000 km rond te rijden). De gestreepte lijn betreft hetzelfde onderdeel, gemaakt van een sterk polymeer. Aan de figuur is te zien dat het plastic onderdeel zowel een hogere prijs als eco-costs heeft, maar door het lagere gewicht van het onderdeel wordt de extra prijs gecompenseerd door een lager brandstofgebruik. Het totaal van de eco-costs is uiteindelijk lager. Dit is dus een goede oplossing voor het milieu.
2. Door het beter stroomlijnen van een auto kan men ook brandstof besparen, zie figuur 11. Het nadeel hiervan is echter dat er niet alleen bespaard wordt op eco-costs, maar ook dat de prijs die betaald wordt voor de brandstof lager is. De automobilist houdt dus geld in zijn portemonnee. Aangezien de preferentie van autobezitters is om dit geld weer aan de auto uit te geven (Figuur 4), schieten we qua sustainability weinig op met deze oplossing: in Duitsland wordt het voordeel van de aerodynamica niet omgezet in milieuwinst, maar in harder rijden op de Autobahn, omdat de automobilist het voordeel

liever om zet in een hogere snelheid. In Nederland mogen we niet harder, maar rijden meer. Dit noemen we in de economie het rebound-effect.

De lering die we uit bovenstaande kunnen trekken is het idee van "consuminderen" in de praktijk niet goed werkt. Het is beter de consumenten te verleiden om hun geld aan minder milieuvriendelijke producten uit te geven. De taak van het bedrijfsleven is dus om dat soort producten aan te bieden, zonder dat die producten goedkoper zijn. Voor ontwerpers betekent dit een nieuwe uitdaging: eco-efficient value creation.

4. Eco-efficient Value Creation

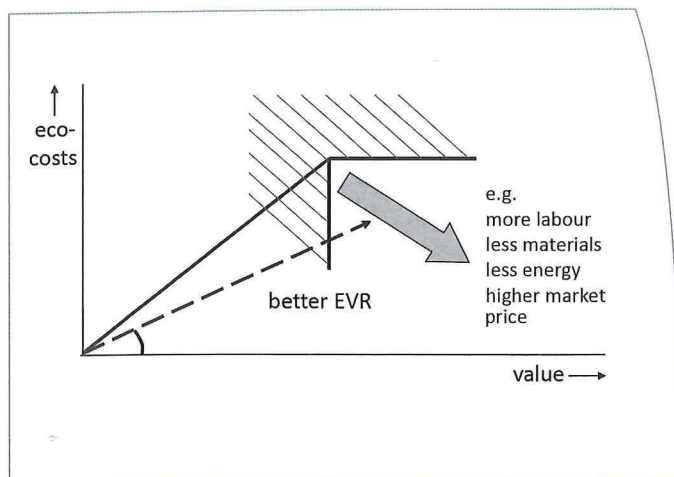
Een duurzame ontwikkeling vereist dus een dubbele doelstelling in productinnovatie:

- lagere eco-costs, en tegelijkertijd;
- hogere marktwaarde (door hogere kwaliteit en imago).

We noemen dit eco-efficient value creation, zie figuur 12. Er zijn 3 redenen waarom een hogere waarde essentieel is:

1. de moderne mens is niet geneigd producten te kopen van een geringere kwaliteit;
2. een hogere prijs is nodig om de extra productiekosten te dekken (merk op dat een hogere prijs alleen betaald wordt als de waarde navenant hoger is);
3. de hogere prijs verhindert dat het rebound effect optreedt.

Voorbeelden van *eco-efficient value creation* in de auto-industrie is de Lexus RX 400h, de Volkswagen Blue motion serie, de BMW Efficient Dynamics serie. Allemaal auto's die met technologische innovaties een laag brandstofgebruik combineren met een goede performance. De advertentie van de Lexus in de VS beklemtoont de dubbele doelstelling van eco-efficient value creation:



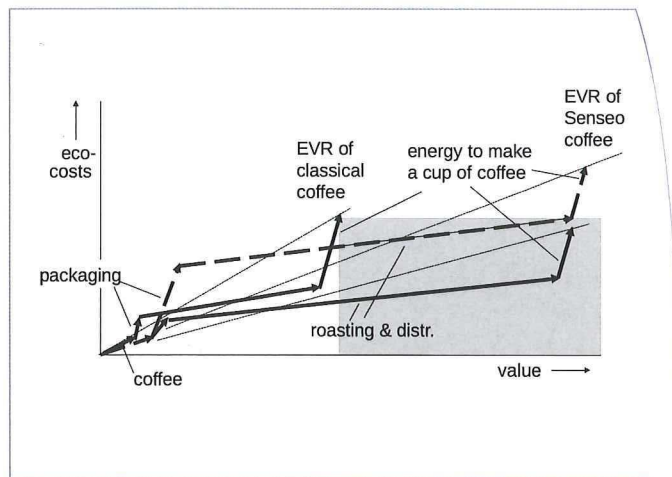
Figuur 12 - De dubbele doelstelling van eco-efficient value creation: lagere eco-costs bij hogere waarde.

– ‘...while it may have a V6 engine under the hood, the extra boost from the electric-drive motor gives the vehicle the acceleration power of a V8’;
– ‘...excellent fuel efficiency’.

Hierbij moet opgemerkt worden dat de acceleratie van een auto in belangrijke mate de waarde (prijs) van een auto ondersteunt, terwijl die extra acceleratie in de praktijk nauwelijks gebruikt wordt. Wanneer men dus de acceleratie bij dit soort auto's vermindert om daarmee eco-costs te besparen doet men het niet goed: de waarde loopt enorm achteruit, terwijl de eco-costs in de praktijk niet hard zullen verminderen. Merk ook op dat het essentieel is dat er ook meer betaald wordt voor de nieuwe techniek, niet alleen om de extra kosten te dekken, maar ook om het rebound effect te onderdrukken.

Een ander voorbeeld van eco-efficient value creation is de introductie geweest van de Senseo koffie machine: de door gebruiksgemak is de waarde per kop koffie enorm gestegen t.o.v. de klassieke koffiezet machine, terwijl de eco-costs gezakt zijn vanwege het feit dat geen druppel water te veel wordt opgewarmd. Zie figuur 13.

Figuur 13 laat zien, dat een kop koffie dat gezet wordt met een eenvoudige, klassieke, koffiezetper kop koffie aanzienlijk minder kost dan de prijs die men betaalt voor een kopje Senseo koffie. Mensen zijn bereid die extra prijs te betalen vanwege het gebruiksgemak. Het nadeel van de klassieke koffiezetper is dat je een hele pot koffie zet, waarvan in de praktijk tot slot wel 1/3 in de gootsteen gegooid wordt. Dit nadeel heeft Senseo niet, zodat het Senseo systeem per kop koffie minder energie gebruikt. Het grijze gebied in de figuur geeft de dubbele doelstelling van eco-efficient value creation weer: het nieuwe ontwerp moet duurzamer zijn dan het oude. In de figuur is te zien dat het eerste ontwerp van



Figuur 13 - De EVR van een klassieke koffiemachine en van het Senseo systeem bij 2 verpakkingstypen.

het totale Senseo systeem niet aan de dubbele doelstelling voldeed vanwege te veel eco-costs voor de verpakking (gebruik van te veel aluminium in de omverpakking, zonder dit te recyclen). In het tweede ontwerp is dit probleem ondervangen door veel zuiniger met aluminium in de omverpakking om te springen.

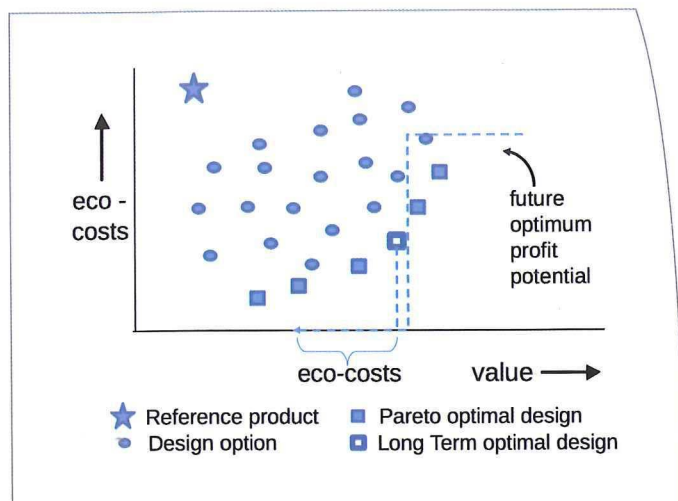
In dit hoofdstuk zijn voorbeelden gebruikt van consumenten-goederen. Elders in dit tijdschrift geeft Tim de Jonge een voorbeeld van het gebruik van de EVR in de bouw.

5. De rol van de kostendeskundige en nieuwe ontwikkelingen

Momenteel worden LCA's het meeste uitgevoerd door milieukundigen. Dat komt omdat het tot voor kort noodzakelijk was veel van milieueffecten van emissies te weten. Maar nu de problematiek van de LCA enigszins is uitgekristalliseerd, en er standaard single indicator systemen beschikbaar zijn met databases van standaard LCA gegevens, is het hebben van specifieke milieukennis niet noodzakelijk meer.

Het zou logisch zijn dat kostendeskundigen zich meer met de LCA berekeningen zouden gaan bezig houden, mede gezien de sterke analogie die er is tussen LCC (Life Cycle Costing) en LCA. Voor het maken van EVR analyses is deskundigheid op het gebied van kostenberekeningen zelfs zeer gewenst, omdat hier dikwijls de LCC benadering en de LCA benadering gecombineerd moeten worden in complexe systeemoptimalisaties. Deskundigheid van de te bestuderen systemen wordt belangrijker dan deskundigheid van de achtergrondtheorie van LCA.

In de huizen- en kantorenbouw, en in de chemische fabrieksbouw bij uitstek, zijn dikwijls zeer veel varianten mogelijk tot het verbeteren van de "milieuprestatie" van het systeem. In eerste instantie kan dan het EVR model uitsluitel geven (de alternatieven met de



Figuur 14 - Pareto Optimalisatie van duurzame alternatieve oplossingen.

hoogste EVR hebben de voorkeur), maar in tweede instantie kan de situatie complexer zijn.

In de wereld van gebouwen was het vroeger zo dat voor de LCA de gebruiksfase van het huis veruit het belangrijkste was vanwege de emissies in relatie met het stoken. Inmiddels is dat al lang niet meer zo: de stookkosten van moderne huizen zijn belangrijk gedaald. Wanneer we richting het passief-huis [8] gaan, draait de situatie om: de emissies van het stoken worden dan ondergeschikt aan de emissies van het bouwen. Dit heeft als consequentie dat de keuze van het materiaalgebruik in de bouwfase zeer belangrijk wordt (zie ook de publicatie van Tim de Jonge in dit tijdschrift). Dit maakt dat de optimalisatie veel complexer wordt en specifieke kennis vereist is van huizenbouw. De kostendeskundige krijgt hier naast de architect een belangrijke rol. In de wereld van chemische fabrieksbouw en de bouw van energiecentrales staan ook nieuwe ontwikkelingen op stapel. Optimalisatie is hier een zeer complexe zaak. Een voorbeeld is de zogenaamde "Pareto Optimalisatie" in de LCA, zoals die ook gebruikt wordt in de engineering en de economie. Aan de universiteit van Montreal in Canada is de Pareto Optimalisatie nader uitgewerkt voor met behulp van het eco-costs/value model [7]. Zie figuur 14.

De basisgedachte is hier, dat uit een "wolk" van technische verbetermogelijkheden eerst het "Pareto Front" wordt bepaald. Een oplossing ligt op het "Pareto Front" wanneer het "Pareto Optimaal" is. Een oplossing is "Pareto Optimaal" wanneer het voldoet aan de dubbele doelstelling, als geformuleerd in hoofdstuk 4: er is geen andere oplossing die zowel een hogere waarde heeft als een lagere eco-costs score.

De beste korte termijn oplossing voor het milieu is de oplossing uit het Pareto Front met de laagste score voor de eco-costs. De beste korte termijn oplossing voor het bedrijf is de oplossing uit

Begin 2013 verscheen het boek 'Eco-efficient value creation for designers and business strategies' bij VSSD in Delft. In dit boek wordt dit verhaal uitgebreid behandeld, met uitgewerkte voorbeelden uit de praktijk, plus aanverwante zaken zoals strategieën omduurzame producten succesvol op de markt te zetten.

het Pareto Front met de hoogste waarde. Echter de beste lange termijn oplossing voor zowel het bedrijf als voor een duurzame samenleving is een oplossing uit het Pareto Front met minimale waarde voor (value - eco-costs), zoals dit in figuur 14 grafisch is weergegeven.

Het zijn bij uitstek de kostendeskundigen die vanuit hun vakgebied beroepshalve getraind zijn om complexe financiële problemen op een gestructureerde manier op te lossen. Wanneer LCA en het EVR model in de toekomst op ruimere schaal toegepast gaan worden is er voor kostendeskundigen nog een schone taak weggelegd.

Referenties

- [1] G.H. Brundtland, M. Khalid; *World Commission on Environment and Development, Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford - New York, 1987.
- [2] J. Elkington, *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*, New Society Publishers, Canada, 1998
- [3] C.K. Prahalad, *Fortune at the bottom of the Pyramid*, Pearson Education Inc, New York, 2005.
- [4] J.G. Vogtländer, *A practical guide to LCA, for students designers and business managers*, VSSD, Delft, 2010.
- [5] A. Tukker et al., *Environmental Impact of products (EIPRO)*, JRC of the European Commission, available at ec.europa.eu/environment/ipp/pdf/eipro_report.pdf.
- [6] M.E. Porter, *Competitive advantage*, Free Press, New York 1985 eco - value costs Reference product Design option Pareto optimal design future optimum profit potential eco-costs Long Term optimal design.
- [7] E. Bernier et al., *Life Cycle Optimization of Energy-Intensive Processes Using Eco-costs*, to be published in International Journal of LCA 2013 (also available as doctorate thesis).
- [8] <http://nl.wikipedia.org/wiki/Passiefhuis>. ■